

© EPODOC / EPO

PN - JP2002141290 A 20020517  
PD - 2002-05-17  
PR - JP20000338175 20001106  
OPD - 2000-11-06  
TI - SYSTEM FOR PRODUCING SEMICONDUCTOR  
IN - YOSHIDA MASAYOSHI;KAGATSUME AKIKO;WATANABE TOMOJI;SHIZAKA  
MITSUNORI  
PA - HITACHI LTD;HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC  
IC - H01L21/205 ; C23C16/455

© WPI / DERWENT

TI - Semiconductor device manufacturing apparatus has shower head with several gas ejection holes which are formed such that they are equal in size and its diameter is smaller than susceptor and larger than wafer

PR - JP20000338175 20001106

PN - JP2002141290 A 20020517 DW200263 H01L21/205 009pp

PA - (HITA ) HITACHI LTD  
- (KOKZ ) KOKUSAI DENKI KK

IC - C23C16/455 ;H01L21/205

AB - JP2002141290 NOVELTY - A shower head (43) has several gas ejection holes (421,431) which are formed such that the diameter of the hole is larger than the diameter of the wafer of the predetermined dimension and smaller than the diameter of a susceptor (31). The gas ejection holes are processed such that the holes become equal in size.

- USE - For manufacturing semiconductor device such as semiconductor integrated circuit.

- ADVANTAGE - Since shower head has gas ejection holes of uniform size, the film thickness is formed uniformly within a wafer surface and amount of doping impurities is performed uniformly, thus semiconductor device with reliable electrical property is manufactured.

- DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure illustrates an outline sectional drawing of the semiconductor manufacturing apparatus.

- Susceptor 31

- Shower head 43

- Gas ejection holes 421,431

- (Dwg. 1/6)

OPD - 2000-11-06

AN - 2002-586467 [63]

© PAJ / JPO

PN - JP2002141290 A 20020517  
PD - 2002-05-17  
AP - JP20000338175 20001106

10625671

**THIS PAGE BLANK (US: 10)**

- IN - KAGATSUME AKIKO WATANABE TOMOJI YOSHIDA MASAYOSHI SHIZAKA MITSUNORI  
PA - HITACHI LTD HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC  
TI - SYSTEM FOR PRODUCING SEMICONDUCTOR  
AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a system for producing a semiconductor in which a film having enhanced uniformity in the film thickness, the dosage of impurities and the sheet resistance in the plane of a wafer can be deposited.  
- SOLUTION: Diameter of a shower head 43 is set larger than the diameter of a wafer 1 but smaller than the diameter of a susceptor 31 within a range where gas ejection holes 431 exist. The gas ejection holes 431 are distributed such that the number of holes per unit area will be constant in the plane and the diameter of all ejection holes 431 is made identical thus making substantially uniform the gas ejection quantity. Furthermore, temperature at a part of the susceptor (supporting base) 31 facing the region, where the gas ejection holes 431 of the shower head 43 are formed, not through the wafer 1 is set in the range of 1.02-0.7 times of the absolute temperature of the wafer 1. According to the arrangement, film thickness can be made uniform while enhancing uniformity in the dosage of phosphorus.  
I - H01L21/205 ; C23C16/455

**THIS PAGE BLANK (USF:O)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-141290

(P2002-141290A)

(43) 公開日 平成14年5月17日 (2002.5.17)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/455		C 2 3 C 16/455	5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-338175(P2000-338175)

(22) 出願日 平成12年11月6日 (2000.11.6)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000001122

株式会社日立国際電気

東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72) 発明者 加賀爪 明子

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74) 代理人 100077816

弁理士 春日 譲

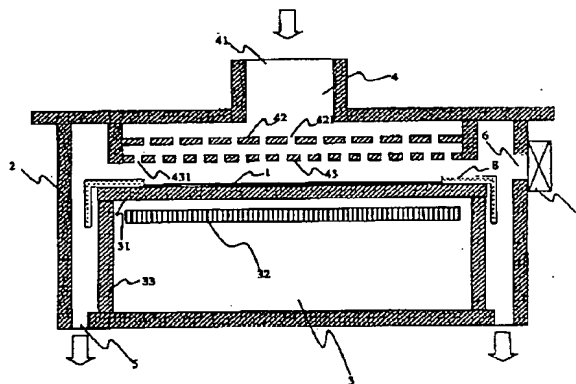
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 半導体製造装置

## (57) 【要約】

【課題】ウエハ面内の膜厚均一性と不純物のドーピング量均一性が向上し、さらにシート抵抗均一性が向上した膜を堆積可能な半導体製造装置を実現する。

【解決手段】シャワーヘッド43のガス噴出孔431が存在する範囲の直径を、ウエハ1の直径より大きくサセプタ31の直径より小さくする。また、シャワーヘッド43の噴出孔431の単位面積当たりの孔数は面内で等しくなるように分布させ、噴出孔431の孔径はすべて同じとなるように加工してガス噴出量をほぼ均一とする。また、シャワーヘッド43のガス噴出孔431が形成された領域に、ウエハ1を介さずに対向するサセプタ(支持台)31の部分の温度をウエハ1の絶対温度の1.02倍以下0.7倍以上となるよう設定する。これにより、膜厚均一性と共に、リンのドーピング量均一性を向上させることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】加工対象物であるウエハを載せる支持台と、上記ウエハを加熱する加熱部と、上記支持台とほぼ平行であり、上記支持台に配置されたウエハとほぼ平行となるように設置され、複数のガス噴出孔が形成されたシャワーヘッドとを備える半導体製造装置において、上記シャワーヘッドのガス噴出孔が形成された領域の直径は、所定寸法の上記ウエハの直径より大きく、上記支持台の直径より小さくし、上記複数のガス噴出孔は、ほぼ同一の孔径となるように加工されていることを特徴とする半導体製造装置。

【請求項2】請求項1記載の半導体製造装置において、上記シャワーヘッドのガス噴出孔が形成された領域に、上記ウエハを介さずに対向する上記支持台の部分の絶対温度は、上記ウエハの絶対温度の1.02倍以下0.7倍以上とすることを特徴とする半導体製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体の製造方法及び製造装置に係わり、特に、枚葉式低圧熱CVD装置により、リンなどの不純物をドーピングしながら膜を形成する半導体製造装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体集積回路の製造装置のひとつに、低圧に保持された装置内にガスを導入し、加熱したウエハ上に所望の膜を成膜する低圧熱CVD装置がある。図6は、一般的な低圧熱CVD装置の概略構成図である。

【0003】図6において、真空中に保持された処理室102内に、ゲートバルブ107を介してウエハ101が搬入される。搬入されたウエハ101は、ヒータ132によって加熱された支持台131の上に設置される。

【0004】成膜は、ガス導入口141からシャワーヘッド143を介してウエハ101上へガスを供給して行われる。ガス導入口141から導入されたガスは、排気口105から排気する。所望の膜厚の膜が成膜されると、ガスの導入を止めた後、ゲートバルブ107からウエハ101を搬出する。

【0005】ここで、リンをドーピングしながらアモルファスシリコンあるいはポリシリコンを成膜する場合は、ウエハを580℃から700℃程度に保持し、ガス導入口141からSiH<sub>4</sub>、PH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>あるいはN<sub>2</sub>などのガスを導入して成膜する。

【0006】このような成膜プロセスにおいては、ウエハ上に均一な厚さ、均一な特性の膜を堆積することが求められている。

【0007】上述した半導体製造装置の従来例としては、特開平9-45624号公報に記載された技術がある。この特開平9-45624号公報には、支持体（支持台）とシャワーヘッド部のガス噴出面の直径が略同一になるように構成され、ウエハ面内の膜厚の均一化を図

る方法が開示されている。

【0008】また、他の例としては、特開平11-256328号公報に記載されたものがある。この特開平11-256328号公報には、シャワーヘッド部のガス噴出孔（噴射孔）はウエハ（被処理体）の直径（平面）よりも大きい範囲に亘って設けられる。そして、ウエハの周縁部に設けられたウエハ押さえ部材に対向する部分を除いて、その内側は、単位面積当たりのガス噴射量が略均一となるように設定され、ウエハ押さえ部材に対向する部分の一部は、単位面積当たりのガス噴射量が上記ガス噴射量よりも多くなるように設定される。

【0009】これによって、金属薄膜やシリコン酸化膜、シリコン膜などの膜厚均一性を向上させる方法となっている。

【0010】この公報に記載の装置は、成膜速度が主にガス濃度に依存する供給律速の条件下で成膜する場合に、ウエハ周辺の膜厚が低下する問題を改善するものであると述べられている。

【0011】つまり、ウエハ上で膜になって消費されるガス量が供給されるガス量より多く、そのため、ウエハ周辺部に充分な原料ガスが供給されず膜厚が低下する場合に有効な方法であり、ウエハ周辺部へのガスの供給量を多くして膜厚均一性を向上させている。

## 【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開平9-45624号公報に記載されている装置では、ガス噴出孔の存在する範囲が必要以上に広い。

【0013】本願の発明者等が実験とシミュレーションにより検討した結果、ガス噴出孔の存在する範囲は、支持台やヒータより狭い範囲であっても、膜厚均一性の良い膜を作成できることがわかった。

【0014】また、膜厚均一性の良い膜を作成するためには、流量をガス噴出孔の存在する範囲の面積で除算した値が一定値以上ないと、ウエハ周辺部の膜厚が薄くなることがわかった。

【0015】よって、噴出孔の存在する範囲が広いと、必要以上に多量のガスを流さなければならないことが明らかになった。これは、ガスを無駄に消費し、経済的な無駄が生じるという問題があるとともに、毒性を有するガスの使用量が増加するため、環境への悪影響が増加するという問題にもつながることになる。

【0016】また、特開平11-256328号公報に記載されている装置では、成膜温度を変えた場合に、膜厚を均一にするための条件設定が困難であるという問題があった。つまり、成膜温度を変えると、ウエハ上でのガスの消費量が変化し、ウエハ周縁部で補うべきガス量が変化する。

【0017】しかし、ウエハ外周部に対向するシャワーヘッド部に、口径の大きい噴出孔を設けてウエハ周縁部へのガス供給量を増やすという上記公報記載の方法で

は、ウエハ周縁部のガス量とウエハ中央部のガス量とを、単独に制御できないため、膜厚を均一にするガス流量を見つけ出すのが非常に困難であった。

【0018】さらに、成膜時、リンなど不純物をドーピングする場合には、ドーピング量が不均一になるという問題があった。これは、不純物を含むガスの消費量は、成膜ガスの消費量とは異なるため、成膜ガスと同じようにウエハ周縁部で多量に供給されると、ドーピング量が不均一になるためである。

【0019】ドーピング量が不均一になると、膜厚が不均一な場合と同様に、ウエハ面内のシート抵抗が不均一になり、電気的特性の安定したデバイスが作成できないこととなる。

【0020】本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、ウエハ面内の膜厚均一性と不純物のドーピング量均一性が向上し、さらに、これらによって決まるシート抵抗均一性が向上した膜を堆積させることができる半導体製造装置を実現することである。

【0021】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は次のように構成される。

(1) 加工対象物であるウエハを載せる支持台と、上記ウエハを加熱する加熱部と、上記支持台とほぼ平行であり、上記支持台に配置されたウエハとほぼ平行となるように設置され、複数のガス噴出孔が形成されたシャワーヘッドとを備える半導体製造装置において、上記シャワーヘッドのガス噴出孔が形成された領域の直径は、所定寸法の上記ウエハの直径より大きく、上記支持台の直径より小さくし、上記複数のガス噴出孔は、ほぼ同一の孔径となるように加工されている。

【0022】(2) 好ましくは、上記(1)において、上記シャワーヘッドのガス噴出孔が形成された領域に、上記ウエハを介さずに対向する上記支持台の部分の絶対温度は、上記ウエハの絶対温度の1.02倍以下0.7倍以上とする。

【0023】

【発明の実施の形態】図1は、本発明による一実施形態である半導体製造装置の処理室の概略断面図である。図1において、処理室2内には、加熱ユニット3を備え、この加熱ユニット3の上方にはガスを導入するためのガス供給部4が形成されている。

【0024】また、処理室2の底面には排気口5、側面にはウエハ1の搬入搬出口6とゲートバルブ7とが形成されており、処理室2を大気から隔絶している。

【0025】また、排気口5には、図示しない圧力調整バルブと真空ポンプとが接続されており、処理室2内の圧力を調整できるようになっている。

【0026】加熱ユニット3は、ガス供給部4側から、円板状サセプタ(ウエハ1を載せる支持台)31と、円板状のヒータ32と、円筒状の側壁33とを備えてい

る。円板状サセプタ31の上にはカバーリング8が形成されており、このカバーリング8の内周側にウエハ1が配置されるように構成されている。

【0027】なお、図示した例では、カバーリング8の内径は、ウエハ1の直径とほぼ同一となっており、ウエハ1とカバーリング8とは重ならない構成となっているが、カバーリング8の内径をウエハ1の直径より小さくしてウエハ1の端部に重なる構成としてもよいし、ウエハ1の直径より大となるように構成してもよい。

【0028】ガス供給部4は、導入口41と、分散板42と、シャワーヘッド43とを備え、導入口41から原料ガスを導入し、分散板42及びシャワーヘッド43を介してウエハ1にガスを供給する。

【0029】図示した例では、分散板42が一枚の例を示したが、成膜条件(流量や圧力等)によっては、分散板42を複数設置する場合もあるし、逆に設置しない場合もある。

【0030】また、分散板42や、シャワーヘッド43には、多数のガス噴出孔421、431が形成されている。シャワーヘッド43において、ガス噴出孔431が存在する範囲の直径は、ウエハ1の直径より大きく、円形状サセプタ31、あるいは、ヒータ32の直径より小さい。

【0031】具体的には、ウエハ1の直径より大きく、 $[\text{ウエハ1の直径}] + [\text{ウエハ1とシャワーヘッド43との間の距離}] \times 2$ で求まる寸法以内、あるいは、 $[\text{ウエハ1の直径}] + [\text{最も近い2つの噴出孔431の中心間距離}] \times 2$ で求まる寸法を、ガス噴出孔431が存在する範囲の直径とした。

【0032】また、ガス噴出孔431同士の間隔は、ウエハ1とシャワーヘッド43との間の距離と同程度以下で5分の1以上の寸法とした。また、直径φ300mmのウエハ1に成膜する、本発明の第1の実施形態における半導体製造装置では、サセプタ31の直径は380mm、ヒータ32の直径は340mm、シャワーヘッド43のガス噴出孔431が存在する範囲は直径320mm、カバーリング8の内径は300mmである。

【0033】総ガス流量は、シャワーヘッド43のガス噴出孔431が存在する範囲の面積で総流量を除算した値が $1 \text{ sccm/cm}^2$ から $30 \text{ sccm/cm}^2$ 、望ましくは $3 \text{ sccm/cm}^2$ から $15 \text{ sccm/cm}^2$ となるように導入口41からガスを供給する。

【0034】本発明の一実施形態の半導体製造装置の場合、 $1000 \text{ sccm}$ から $1500 \text{ sccm}$ の総ガス流量を流す。なお、ウエハ1を $650^\circ\text{C}$ に加熱して成膜する場合には、カバーリング8の直径300mmから直径320mmの部分の温度を、 $455^\circ\text{C}$ 以上 $660^\circ\text{C}$ 以下、望ましくは、ウエハ1の温度との差を $10^\circ\text{C}$ 以内とする。

【0035】ここで、カバーリング8はウエハ1の部分

より熱が逃げやすいため、カバーリング8に対向する部分のヒータ32を、ウエハ1に対向する部分の温度より高くし、さらに、カバーリング8の材質を、熱伝導率や放射率が小さく熱の逃げにくいものにし、上記温度となるようにしている。

【0036】逆に、カバーリング8の温度が上記温度より高くなってしまう場合には、カバーリング8に対向する部分のヒータ32を低くしたり、カバーリング8の材質を熱伝導率や放射率の大きいものに変えればよい。

【0037】シャワーヘッド43は、ウエハ1やサセプタ31から熱を受けて温度が上昇するため、図示しない冷却機構により200℃以下に冷却している。なお、シャワーヘッド43とウエハ1との間隔は、20mm以下である。

【0038】次に、ウエハ1の処理手順について説明する。まず、ウエハ1を処理室2内に導入する前に、加熱ユニット3を、予めヒータ32を発熱させてサセプタ31が所定の温度になるように加熱しておく。

【0039】同時に、処理室2内の圧力が成膜時とほぼ同一となるように、ガス導入口41から $N_2$ などの不活性ガスを導入し、分散板42とシャワーヘッド43とを介して処理室2内に不活性ガスを供給する。

【0040】次に、図示しない搬送治具に載せたウエハ1を搬入搬出口6から処理室2内へ搬入し、加熱ユニット3の上で搬送治具を降下させ、ウエハ1を図示しない突上げピンの上に移した後、搬送治具を処理室2の外に退避させる。

【0041】次に、突き上げピンを降下させ、サセプタ31上にウエハ1を設置し、高温に保持したサセプタ31により加熱する。ウエハ1が所定の温度（リンをドーピングするシリコン膜の場合は550℃から750℃）になるまで待機した後、不活性ガスに代えて、原料ガス（リンをドーピングしたシリコン膜の場合は $SiH_4$ 、 $PH_3$ 、 $H_2$ あるいは $N_2$ ）を上部の導入口41から導入し、分散板42とシャワーヘッド43とを介してウエハ1に供給する。

【0042】シャワーヘッド43を通過したガスは、ウエハ1とほぼ平行な方向に流れた後、処理室2の底面に設けた排気口5から排気される。

【0043】そして、図示しない圧力調整バルブにより、処理室2内の圧力（全圧）を所定の値になるように調整し、所望の厚さの膜が堆積すると、原料ガスの導入をやめ、再びシャワーヘッド43から不活性ガスを供給する。処理室2内が不活性ガスに置換された後、搬入処理とは反対の処理手順でウエハ1を搬入搬出口6から搬出する。

【0044】次に、上述した方法で成膜を行うことにより、膜厚均一性とシート抵抗均一性の良い成膜が可能となる理由を、モノシラン（ $SiH_4$ ）とホスフィン（ $PH_3$ ）と窒素（ $N_2$ ）とを導入してリンをドーピングしたアモ

ルファスシリコン（あるいはポリシリコン）膜を成膜する場合を例に説明する。

【0045】成膜処理時、モノシランは、直接ウエハ1の表面と反応して膜を形成する。一方、高温の気相中では、活性なガス、すなわち、ウエハ1への付着確率がモノシランより高いシリレン（ $SiH_2$ ）を生成する。モノシランの付着確率は、650℃で $10^{-5}$ から $10^{-7}$ なのに対し、シリレンの付着確率は温度に関係なく略1.0と非常に高い。

【0046】このため、シリレンは、気相中で生成されると、近傍のウエハ1の表面にすぐ堆積して消費され、成膜速度はシリレンのガス濃度に対応して敏感に変化する。よって、気相中で多量のシリレンが生成され、シリレンが主に成膜に寄与する場合には、成膜速度は主にシリレンのガス濃度に依存する供給律速となる。

【0047】これに対して、モノシランの場合は、付着確率が小さいため、供給量に対して消費される割合が少なく、モノシランが主に成膜に寄与する場合には、成膜速度は主にウエハ1の温度に依存する反応律速となる。

【0048】図2は、上記条件で成膜した場合のシャワーヘッド43とウエハ1とで挟まれた空間の温度分布（等温線図）をシミュレーションで求めた結果を示す図である。なお、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ は温度を表し、 $T_1 > T_2 > T_3 > T_4$ の関係となっている。

【0049】図2に示すように、ウエハ1自身の温度は周縁部まで均一であっても、ウエハ1周縁の上部の空間温度は、カバーリング8の温度がウエハ1より低いいため、ウエハ1の中央部の空間温度と比べて低い。

【0050】よって、ウエハ1の周縁部でのシリレン生成量はウエハ1の中央部より少なく、シリレンによる成膜速度は、ウエハ1の周縁部で低下する。しかし、モノシランの場合は、先に述べたように、成膜速度は主にウエハ1の温度に依存するため、周縁部でも成膜速度は低下しない。

【0051】さて、本発明の一実施形態による半導体製造装置では、シャワーヘッド43を200℃以下とし、ウエハ1とシャワーヘッド43との間隔を20mm以下としているため、気相中の高温領域が狭く、シリレンが非常に生成されにくい。

【0052】そのため、成膜に主に寄与するガスは、原料ガスのモノシランであり、成膜速度は主にウエハ1の温度に依存する反応律速となる。

【0053】このため、特開平11-256328号公報で問題としていた、供給律速でウエハ1の周縁部の成膜速度が低下するという問題は起こらず、ウエハ1面内の温度が均一であれば、ウエハ1面内の膜厚は均一となる。

【0054】次に、リンのドーピングについて説明する。原料ガスのホスフィン（ $PH_3$ ）は、それ自体はウエハ1の表面に吸着せず、気相中でPHなどの中間体となっ



た後、ウエハ1の表面に吸着する。中間体の付着確率は $10^{-4}$ 程度で、モノシランより少し大きい。

【0055】図3は、種々の条件を変えた場合の、直径300mmのウエハへのリンのドーピング速度分布を示すグラフである。また、図4は、図3の(a)から(e)の条件(構造と温度)を模式的に示す図である。

【0056】図3及び図4において、(a)はウエハ1の温度を650℃とし、カバーリング8の温度をすべて200℃とした場合である。

【0057】シャワーヘッド43の噴出孔431は、ウエハ1に対向する面内だけにあり、単位面積当たりの噴出孔数は、同一面内で同じとなるように形成し、噴出孔の穴径はすべて同じとなるように加工されている。

【0058】この場合、カバーリング8の温度が低いため、ウエハ1の周縁上部空間の温度がウエハ1の中央上部空間の温度より低くなり、中間体の生成量が減り、ウエハ1の周縁部でドーピング速度が減少してしまう。

【0059】そこで、(b)では、ウエハ1の直径250mmから300mmに対向する部分の噴出孔431から供給するホスフィン流量を、他の部分の2倍とした。その他の条件は(a)と同じである。

【0060】ホスフィン供給量が増えた分、ウエハ1の周縁部の中間体重量が増加し、ウエハ1の周縁部のドーピング速度は(a)の場合より増加するが、ウエハ1の周縁部でドーピング速度が低下してしまう傾向に変化は無い。

【0061】そこで、次に、(c)では、カバーリング8において、直径300mmから直径320mmの部分の温度を640℃以上650℃とし、直径320mmから直径340mmの部分の温度を600℃以上640℃以下とした。

【0062】ホスフィンの供給量は、均一としており、シャワーヘッド8の噴出孔431は、これまでと同様、ウエハ1に対向する面内だけにある。図のように、これまでの(a)、(b)の場合とは逆に、ウエハ1の周縁部でドーピング速度が増加している。

【0063】これは、①カバーリング8の温度を高くしたために、ウエハ1の周縁部空間の温度が上がり、ホスフィンの中間体の生成量が増えたこと、②カバーリング8に対向するシャワーヘッド43部分には噴出孔431を設けていないために、カバーリング8上部には原料ガスの供給がなく、つまり、原料ガスによって希釈されることがない、という①と②との二つの原因による。

【0064】このため、ウエハ1の中央部よりウエハ1の周縁部の中間体濃度が高くなり、ドーピング速度が増加したのである。

【0065】そこで、(d)では、温度分布は(c)の場合と同じにし、シャワーヘッド43の噴出孔431を、ウエハ1の直径より大きく、サセプタ31の直径より小さい直径320mmの範囲に設けた。その他の条件は

(a)の場合と同じである。

【0066】つまり、本発明の場合である。このようにすると、ウエハ1の周縁部での中間体重量がウエハ1の中央部と同様となり、図3のように、(d)の場合は、ウエハ1面内で均一にリンがドーピングできるようになる。

【0067】次に、(e)は、特開平9-45624号公報に記載された技術の場合を模擬したものである。この(e)の場合は、(d)の場合より噴出孔431の存在する範囲が広いため、シャワーヘッド43から出る単位面積当たりのガス流量は、(d)の場合より小さい。

【0068】そのため、(d)の場合と同じ流量のガスを流すと、シャワーヘッド43とウエハ1との間を流れるガスの流速は(d)の場合より遅くなる。流速が遅くなると、流速が速い場合には下流へ移動していた中間体が、下流側へ移動する前にウエハ1に堆積してしまう量が増え、その結果、ウエハ1の中央部でのドーピング速度を均一にするためには、導入するガスの流量を(d)の場合より多くしなければならなくなる。

【0069】図5は、図4の(d)に示した構成とし、カバーリング8の温度を変化させた場合のリンのドーピング速度分布を示す図である。図5の細かい点線で示したドーピング速度分布は、カバーリング8の直径300mmから320mmの範囲の温度を、ウエハ1の温度の1.02倍とした場合である。また、図5の粗い点線で示したドーピング速度分布は、ウエハ1の温度の0.7倍とした場合である。また、図5の実線で示した速度分布は、ウエハ1と同じ温度とした場合である。

【0070】図5に示すような温度範囲であれば、ウエハ1の周縁部の約10mmの部分でのドーピング速度が変化するに留まる。また、カバーリング8の温度は、ウエハ1の温度に近い程、ドーピング速度均一性は良くなるが、カバーリング8上にもウエハ1と同様に、膜が形成されてしまうという問題がある。

【0071】カバーリング8上に膜が多量に形成されると、形成された膜が剥がれてウエハ1上へ落下し、異物となって混入し、不良デバイスが作成される原因となる。

【0072】このため、カバーリング8の温度は、ドーピング均一性の許容範囲とカバーリング8への許容成膜量から決めることとなる。

【0073】このように、つまり、以下の(1)～(3)の条件を満足するように構成することにより、膜厚均一性と共に、リンのドーピング量均一性を向上させることができる。

(1) シャワーヘッド43のガス噴出孔431が存在する範囲の直径を、ウエハ1の直径より大きく、サセプタ31の直径より小さくする。

(2) シャワーヘッド43の噴出孔431の単位面積当たりの孔数は、面内で等しくなるように分布させ、噴出

孔431の孔径はすべて同じとなるように加工して、ガス噴出量をほぼ均一とする。

(3) シャワーヘッド43のガス噴出孔431が形成された領域に、ウエハ1を介さずに対向するサセプタ(支持台)31の部分の温度を、ウエハ1の絶対温度の1.02倍以下0.7倍以上となるよう設定する。

【0074】ここで、上記(1)において、シャワーヘッド43のガス噴出孔431を設ける範囲の直径を、[ウエハ1の直径]+[ウエハ1とシャワーヘッド43との間の距離]で求まる寸法、あるいは、[ウエハ1の直径]+[最も近い2つの噴出孔431の中心間距離] $\times$ 2で求まる寸法としてもよい。

【0075】以上のように、本発明の一実施形態によれば、ウエハ面内の膜厚均一性と不純物のドーピング量均一性を向上し、さらに、これらによって決まるシート抵抗均一性が向上したCVD膜を堆積させることができ、電気特性の均一なデバイスの作成が可能な半導体製造装置を実現することである。

【0076】なお、上述した一実施形態では、原料ガスとして主に、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{PH}_3$ 、 $\text{H}_2$ を用いた例を示したが、原料ガスはこれに限るものではない。他のシリコン含有ガスとして、 $\text{Si}_2\text{H}_6$ を用いる場合にも本発明の方法は有効である。

【0077】また、塩素を含んだ $\text{SiCl}_2\text{H}_2$ 、 $\text{SiCl}_3\text{H}$ 、 $\text{SiCl}_4$ 等のガスにおいても本発明は、有効である。また、 $\text{H}_2$ の代わりに $\text{N}_2$ を導入してもよい。ドーピングガスとしては、 $\text{PH}_3$ 以外のリンを含んだガスや、ボロン、砒素を含んだガスでもよい。

【0078】さらに、シリコン含有ガスと共に、 $\text{NH}_3$ や $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 等のガスを導入してシリコン窒化膜やシリコン酸化膜を形成する場合にも応用できる。

【0079】一般に、気相中で、原料ガスよりもウエハへの付着確率の大きい中間体が生成される反応系に適用すれば、より効果がある。

【0080】また、上述した例においては、カバーリング8が設けられている場合の例であるが、カバーリング8を設けない場合においても、本発明は適用可能である。この場合には、カバーリング8の温度をウエハ1の絶対温度の1.02倍以下0.7倍以上となるように設定すると同様に、シャワーヘッド43のガス噴出孔431が形成された領域に、ウエハ1を介さずに対向するサセプタ(支持台)31の部分の温度を、ウエハ1の絶対温度の1.02倍以下0.7倍以上となるよう設定す

る。

【0081】

【発明の効果】本発明によれば、ウエハ面内の膜厚均一性と不純物のドーピング量均一性を向上し、さらに、これらによって決まるシート抵抗均一性が向上した膜を堆積させることができ、電気特性の均一なデバイスの作成が可能な半導体製造装置を実現することができる。

【0082】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による一実施形態である半導体製造装置の処理室の概略断面図である。

【0083】

【図2】シャワーヘッドとウエハとで挟まれた空間の温度分布を示す図である。

【0084】

【図3】条件を変えた場合のウエハへのリンのドーピング速度分布を示すグラフである。

【0085】

【図4】図3に示したそれぞれの解析条件を模式的に示す図である。

【0086】

【図5】カバーリングの温度を変化させた場合のリンのドーピング速度分布を示す図である。

【0087】

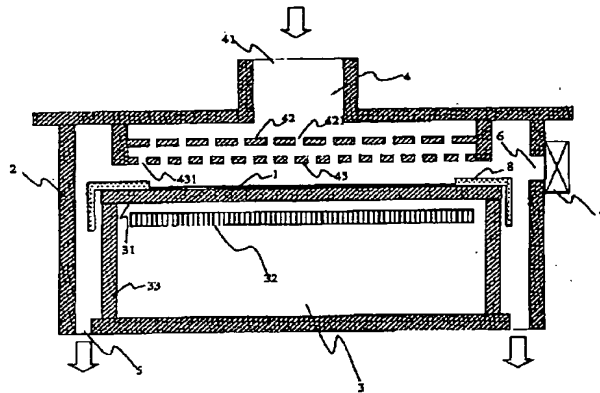
【図6】従来のCVD装置の概略構成図である。

【0088】

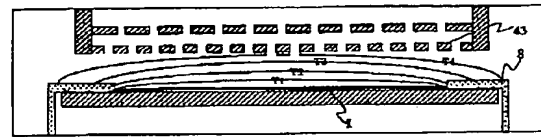
【符号の説明】

1	ウエハ
2	処理室
3	加熱ステージ
4	ガス供給部
5	排気口
6	搬入出口
7	ゲートバルブ
8	カバーリング
31	サセプタ
32	ヒータ
33	側壁
41	導入口
42	分散板
43	シャワーヘッド
421、431	ガス噴出孔

【図1】

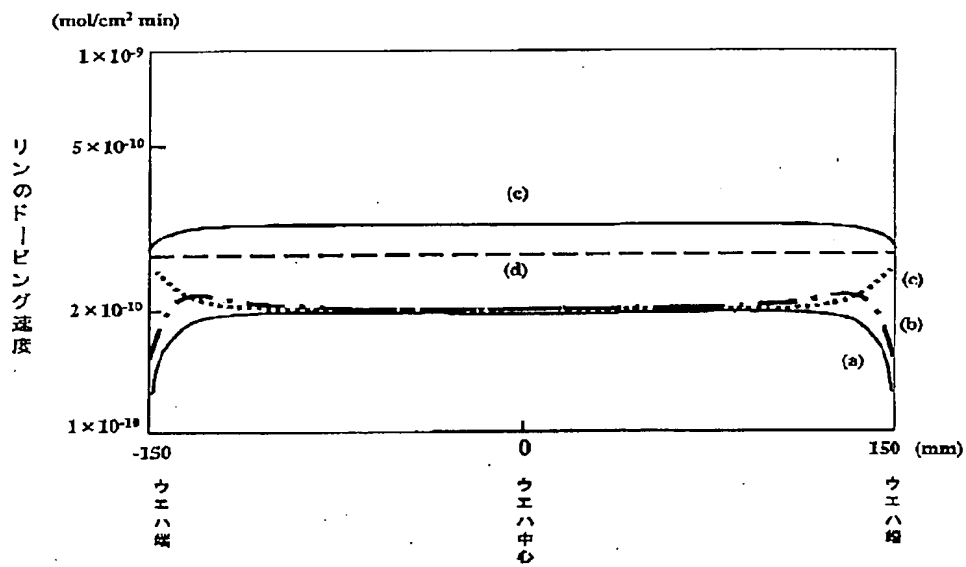


【図2】

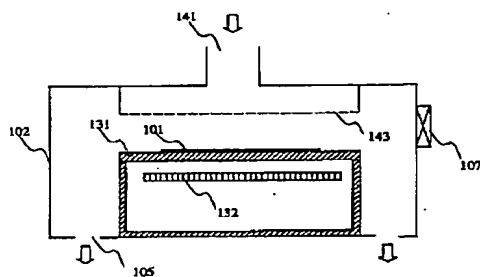


$T1 > T2 > T3 > T4$   $T1, T2, T3, T4$ : 温度

【図3】



【図6】



THIS PAGE BLANK (USPTO)